

Requested Patent: JP8204075A

Title: PLATE-FIN TYPE ELEMENT COOLER ;

Abstracted Patent: JP8204075 ;

Publication Date: 1996-08-09 ;

Inventor(s): KITANI KAZUO; ANDO KENJI; KIJIMA KENJI ;

Applicant(s):  
SUMITOMO PRECISION PROD CO LTD; TOSHIBA CORP ;

Application Number: JP19950031472 19950127 ;

Priority Number(s): ;

IPC Classification: H01L23/427 ;

Equivalents:

ABSTRACT:

PURPOSE: To reduce the restrictions on the mounting arrangement and volume expansion of a semiconductor device and facilitate the reduction of its weight by boiling and gasifying a low b. p. coolant liq. in an evaporator or liquefying the gasified coolant sealed in a condenser, thereby radiating the heat from the element.

CONSTITUTION: An evaporator 1 has hollow passages 2 mutually communicating through one space inside. The inner surface of each passage 2 is fine roughened to form a fin face 3 and a semiconductor device is fixed to the outer surface of the evaporator 1. A condenser 10 communicating through a header tank 11 with the passages 2 of the evaporator 1, a low b. p. coolant liq. is sealed in the condenser 10 to radiate the heat from the device by boiling and evaporating the liq. in the evaporator or liquefying the gasified coolant in the condenser 10. Thus, the restrictions on the mounting arrangement and volume expansion of the device can be reduced and its weight can be reduced.

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-204075

(43) 公開日 平成8年(1996)8月9日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

H 0 1 L 23/427

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

H 0 1 L 23/ 46

B

審査請求 未請求 請求項の数3 F D (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平7-31472

(22) 出願日 平成7年(1995)1月27日

(71) 出願人 000183369

住友精密工業株式会社

兵庫県尼崎市扶桑町1番10号

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72) 発明者 木谷 一夫

兵庫県尼崎市扶桑町1番10号 住友精密工

業株式会社内

(72) 発明者 安東 賢二

兵庫県尼崎市扶桑町1番10号 住友精密工

業株式会社内

(74) 代理人 弁理士 押田 良久

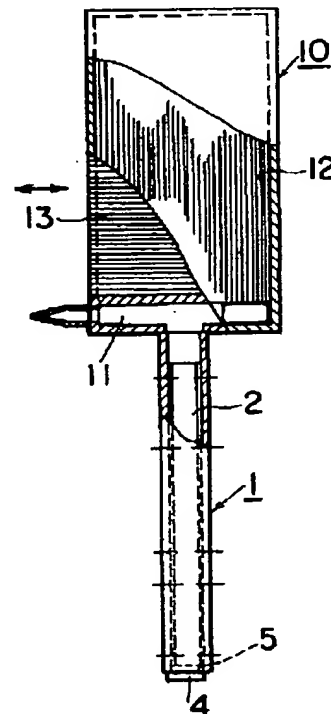
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 プレートフィン型素子冷却器

(57) 【要約】

【目的】 パワーエレクトロニクス技術に用いる小型軽量で高性能なプレートフィン型素子冷却器の提供。

【構成】 サーモサイホンの原理を用いた構成で、動作冷媒の凝縮をプレートフィン型熱交換器の凝縮部10にて行うため、蒸発部1として相互に連通する多数の中空通路2を有する中空面板を用いこれに半導体素子を着設し、該通路2内に表面にローレット加工を施したフィン3を設け、どの箇所からの受熱も直ちに冷媒に分散伝熱でき、アンバランス負荷でも均熱化が可能で、大きな蒸発面積で冷媒の沸騰も容易に行われ、熱交換効率にすぐれる凝縮部10内で冷媒ガスが容易に凝縮するため放熱性能にすぐれ、蒸発部1と凝縮部10をヘッダータンク11を介して接続するため、両者を水平、垂直のいずれの方向にも配置でき、素子の取付アレンジや大容量化に対して設計自由度が高い。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 内部に少なくとも1か所で相互に連通する複数の中空通路を有し、中空通路部内表面が微細凹凸加工されたフィン面にて形成され、かつ外表面に素子を着設する中空面板からなる蒸発部と、該蒸発部の中空通路部内とヘッダータンクを介して連通するプレートフィン型熱交換器からなる凝縮部とで構成され、内部に低沸点冷媒液を封入し、素子からの入熱を蒸発部での冷媒液の沸騰気化、凝縮部でのガス液化にて放熱可能となしたことを特徴とするプレートフィン型素子冷却器。

【請求項2】 凝縮部が、作動冷媒通路と空気通路とを交互に積層しろう付けにて一体化したプレートフィン型熱交換器であることを特徴とする請求項1に記載のプレートフィン型素子冷却器。

【請求項3】 ヘッダータンクがサイドバーにて形成されたことを特徴とする請求項1のプレートフィン型素子冷却器。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】この発明は、ダイオード、トランジスタ、サイリスタなどの半導体素子を使用して電力の変換、制御、開閉を行うパワーエレクトロニクス技術で不可欠である半導体素子の冷却器に係り、内部に中空通路を有した中空面板に取付けた素子から効率よく奪った熱をサーモサイホンの原理にて移動させ、高性能プレートフィンを用いて空気中に放熱する、小型軽量で高性能なプレートフィン型素子冷却器に関する。

## 【0002】

【従来の技術】近年、GTOサイリスタやIGBT（モールド型複合素子）に代表されるパワーエレクトロニクス技術の進展はめざましく、インバーターによる電源の制御が各分野で主流になりつつある。これらに使用される大容量半導体素子の冷却は当該装置の大きさと重量に直接影響を与える重要な要素である。

【0003】従来の素子冷却器は、動作冷媒の蒸発と凝縮により熱を移動させるサーモサイホンの原理による、所謂ヒートパイプを使用している。すなわち、パイプの一端側に着設した素子の熱がパイプ内の冷媒液体を蒸発させ、パイプの他端側に設けられた放熱フィンにて冷却され、蒸発ガスが凝縮すると液成分はパイプ内に内張したウィックと呼ばれる多孔質物質の毛細管現象で蒸発部へ還流することにより、素子の熱が移動して空気中に放熱される構成からなる。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】パワーエレクトロニクス技術、すなわち、一般産業分野での交流電源制御技術あるいは鉄道車両の動力として、所謂インバーターモーターが採用され、インバーターによる電源の制御が行われるが、例えば、今日の鉄道の高速度に伴い、動力の高出力化とともに全ての構成部品に高性能、小型軽量化が

要求され、特に、インバーターに使用される素子冷却器には、鉄道車両の加速時の如く、負荷が集中する際の高放熱性能、並びにこれとは相反する小型軽量化が強く要求される。

【0005】従来のヒートパイプを使用した構成では、実開昭58-10577号、実開昭58-10578号に示されるごとく、半導体素子の着設は板材を介して行われ、素子数や発熱量などに応じてヒートパイプの数やフィン容量を選定するが、素子の取付アレンジや大容量化に対して制約が多く、また、パイプから離れている部分の温度が高くなり、素子間のアンバランス負荷の場合には特に入熱が平均化せず、高密度熱流束や過負荷に対応し難いものであり、さらには、その体積、重量共に大型化するきらいがあった。

【0006】この発明は、かかる従来の素子冷却器の問題に鑑み、素子間のアンバランス負荷時においても均熱化が可能で、高密度熱流束や過負荷に対しても放熱性能にすぐれ、特に、素子の取付アレンジや大容量化に対して制約が少なく、小型軽量化が容易な素子冷却器の提供を目的としている。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】前記目的を達成するために、この発明は、内部に少なくとも1か所で相互に連通する複数の中空通路を有し、中空通路部内表面が微細凹凸加工されたフィン面にて形成され、かつ外表面に素子を着設する中空面板からなる蒸発部と、該蒸発部の中空通路部内とヘッダータンクを介して連通するプレートフィン型熱交換器からなる凝縮部とで構成され、内部に低沸点冷媒液を封入し、素子からの入熱を蒸発部での冷媒液の沸騰気化、凝縮部でのガス液化にて放熱可能となしたことを特徴とするプレートフィン型素子冷却器である。

【0008】また、この発明は、上記の構成において、凝縮部が、作動冷媒通路と空気通路とを交互に積層しろう付けにて一体化したプレートフィン型熱交換器であるプレートフィン型素子冷却器、ヘッダータンクがサイドバーにて形成されたプレートフィン型素子冷却器、を併せて提案する。

## 【0009】

【作用】前述のように構成された発明によれば、動作冷媒の凝縮をプレートフィン型熱交換器の凝縮部にて行うために、ヘッダータンクを介して接続する蒸発部として、相互に連通する多数の中空通路を有する中空面板を用いこれに半導体素子を着設し、また、該中空通路内に表面に微細凹凸加工を施したフィンを設けることにより、中空面板のいずれの箇所からの受熱も直ちに分散して冷媒に伝熱するため、アンバランス負荷でも均熱化が可能であり、大きな蒸発面積で冷媒の沸騰も容易に行われ、熱交換効率にすぐれるプレートフィン型熱交換器内で冷媒ガスが容易に凝縮するため放熱性能にすぐれ、さ

らに、蒸発部の中空面板と凝縮部のプレートフィン型熱交換器をヘッダータンクを介して連通するため、蒸発部と凝縮部を水平、垂直のいずれの方向にも配置でき、素子の取付アレンジや大容量化に対して設計の自由度が高い。

#### 【0010】

【実施例】この発明を図面に基づいて詳述する。図1はこの発明の一実施例を示す一部破断正面説明図であり、図2は一部破断側面図であり、図3は図1の蒸発部のA-A線における横断上面説明図である。また、図4は垂直方向の強制風冷式の冷却ファンを有する実施例を示す一部破断説明図である。図5、図6は凝縮部と蒸発部との配列例を示す一部破断説明図である。図1では、水平方向の強制風冷式で凝縮部と蒸発部とを垂直に配置した例を示す。蒸発部1はここでは押し出し型材であり、図3の断面に示すごとく、8本の通路2及びその両端に2本の液戻り補助通路2aを垂直方向に設けてあり、各通路は内面に垂直方向のフィン3が多数設けられ、いずれの表面もローレット加工、エッチング加工またはサンドブラスト加工などにて微細な凹凸が設けてある。また、蒸発部1の上下端は開放されており、上側が後述の凝縮部10のヘッダータンク11に望み、下側は蓋板4にて閉塞されるが、蓋板4と中空通路2下端との間に隙間5が形成され各中空通路2は同隙間にて相互に連通している。蒸発部1表面は両面とも半導体素子をねじ止めできるように所定位置にねじ穴6が設けられ、ここでは最大12個の素子が着設できる。

【0011】凝縮部10は、内部に熱交換用プレートフィンを配置し、その周囲をサイドバーにて囲った作動冷媒通路12と凝縮のための空気用フィンを内部に配置し、上端はサイドバーで下端はヘッダー部材兼サイドバーで閉塞された空気通路13とを下方に複数の連通孔を穿孔したチューブプレートを挟んで交互に積層し、ろう付けにて一体結合化し、図1で作動冷媒通路12の流体は上下方向に、空気通路13の流体は前後方向（図2では空気通路13の流体は左右方向）に移動するよう構成されている。なお、図示しないが、図1の凝縮部10前面に冷却用ファンが設置されている。凝縮部10下部にヘッダータンク11が設けられ、下端中央部の開口部に蒸発部1上端開口部が対向し、凝縮部10と蒸発部1が溶接一体化されて両者の内部が連通している。ヘッダータンク11は、サイドバーにて偏平直方体に形成してあり、他に型材で同様に構成することが可能である。

【0012】以上の構成において、動作冷媒に、例えば、沸点が30℃または56℃のパーフロロカーボン、沸点が約27℃または約32℃のフロロカーボンなどを使用することにより、動作冷媒の蒸発と凝縮により熱を移動させるサーモサイホンの原理を利用することができ、蒸発部1に取り付けられた素子は内部の動作冷媒の蒸発による気化潜熱で冷却され、気化した冷媒ガスは上

部の凝縮部10で空気により冷却され、凝縮潜熱を放出し液化されて再びヘッダータンク11に滴下し、蒸発部1で加熱、凝縮部10で冷却される同じサイクルを繰り返す。

【0013】図4に示す構成例は、垂直方向の強制風冷式の冷却ファンを有する実施例であり、凝縮部10の上面に冷却ファン20を配置し、空気が凝縮部10の下面から上面へ抜けるように空気通路13を構成し、蒸発部1を凝縮部10下面中央に接続して凝縮部10内の中央部にヘッダータンク11を設けることにより、蒸発部1からの気化した冷媒ガスはヘッダータンク11より図で左右の凝縮部10内に分配されて冷却、凝縮、滴下して蒸発部1に戻るよう構成されている。冷却ファン20の作動により空気が凝縮部10の下面から上面へ抜けるが、この空気流は蒸発部1表面に着設された半導体素子30近傍も流れることになり、半導体素子30近傍の空気を滞留させることがなく、冷却効率がより向上する。

【0014】図5に示す構成例は、上下方向に空気が抜ける空気通路13と直交配置した作動冷媒通路12からなる凝縮部10の側面にヘッダータンク11を設け、その下部に蒸発部1を垂下接続してあり、蒸発部1からの気化した冷媒ガスはヘッダータンク11を上昇して作動冷媒通路12内に入り、冷却、凝縮、滴下して蒸発部1に戻るよう構成してある。冷却ファンを装着しない自然冷却であるが、空気が凝縮部10の下面から上面へ抜け、この際、空気流は蒸発部1表面に着設された半導体素子30近傍も流れて、滞留させることがない。また、図6に示すごとく、同一の構成の凝縮部10の側面にヘッダータンク11下部に、蒸発部1を水平に接続配置することもでき、冷却器の設置箇所に応じて、蒸発部1を図5の垂直配置、図6の水平配置と適宜選定できる。

【0015】前述した図1～図3に示す構成のこの発明による冷却器を、蒸発部1は内部にフィンを設けたJIS規格のアルミニウム材質A6063の押出型材を使用し、凝縮部10とヘッダータンク11はJIS規格のアルミニウム材質A3003を主材料としたプレートフィンをを用いたプレートフィン構造で真空ろう付けで一体化して作製し、これらを溶接により接合した後、内部を高真空にして、動作冷媒として沸点が56℃のパーフロロカーボンを封入した。得られた冷却器に、モールド型複合素子（IGBT）を12個取付けたところ、総放熱量3700W、熱抵抗0.012℃/Wの素子冷却器を実現した。

【0016】この発明による素子冷却器の冷却能力を図7に示す。図7は負荷（kW）に対する熱抵抗R（℃/W）と素子取付面温度上昇値ΔT（℃）を示している。また、比較のため、この発明による素子冷却器の上記設計値と同じ値を有するヒートパイプ式冷却器を作製して体積と重量を測定したところ、体積と重量ともに本発明が従来の47%と、著しく小型軽量化することができ

た。

【0017】この発明において、蒸発部は実施例の押し出しによる複数の中空通路部を有する型材からなる中空面板の如く、表面に半導体素子を着設して内部に冷媒液を満たすことが可能な通路を有し、連通する凝縮部のヘッダータンク内あるいはその近傍に冷媒液液面を形成できればいずれの構成も採用できる。中空通路部は、実施例のように複数配置する他、面板が筒状で1つの中空しかないものでも利用できるが、複数通路の場合は液面差が生じないように相互に連通させたり、通路内に乱流促進材を挿入したり、フィンを形成したり、さらには内表面にローレット加工、エッチングなどの微細凹凸加工を施すなど蒸発面積の拡大並びに蒸発を促進する手段を用いることが望ましい。また、凝縮のための冷媒流体には実施例の空気他、水、冷却液など公知の冷媒を適宜選定できる。

【0018】この発明において、凝縮部のプレートフィン型熱交換器には、凝縮のための冷媒流体種及び流体方向に応じて、作動冷媒通路との積層構造を並流、向流、直交流等のいずれも適宜選定でき、蒸発部と連通してタンク内に冷媒液面を形成するヘッダータンクから作動冷媒通路への分配は気化ガスを適宜分散することにより行われ、また積極的に分配フィン設けることも可能で、凝縮部と蒸発部との配列に垂直型、水平型、L字型などのいずれを採用するか、あるいは上記の積層構造によっても適宜選定でき、同様に凝縮液の集合もフィンにセレートフィンを用いることで容易に滴下させることが可能であるが、積極的に集合フィンを配置することも適宜採用することができる。

【0019】プレートフィン型熱交換器のコルゲーションには、セレートフィンを用いることができ、これは波形方向は同一であるが所要幅でコルゲーションが細分されかつ波形方向に少しずつずれるように成形するため、細分されたコルゲーション間に多数のすき間が形成され、流体のガス分配または液体の滴下を通路幅不幸に均一にすることができ、通常のアレーン型に多数の孔を設けた孔あきフィンもセレートフィンと同様の作用効果を奏する。

#### 【0020】

【発明の効果】この発明は、鉄道車両用に代表されるインバータ制御技術や、一般産業分野での交流電源制御技術のパワーエレクトロニクス技術で不可欠である半導体素子冷却器を、高性能化、小型軽量化できるプレートフィン型素子冷却器であり、以下の利点を有する。

(1) 従来型ヒートパイプ式冷却器と比べ体積、重量共に1/2以下にできる。

(2) 大きな蒸発面積と適量の冷媒液のために、高密度熱流束や過負荷でも冷却能力が安定している。

(3) 蒸発部は内部で連通し、冷媒液で満たされているので素子間のアンバランス負荷に対しても平均化されるため小型化が可能である。

(4) 蒸発部の中空通路内に表面に微細凹凸加工を施したフィン設けることにより、中空面板のいずれの箇所からの受熱も直ちに分散して冷媒に伝熱するため、アンバランス負荷でも均熱化が可能である。

10 (5) 冷媒にパーフロロカーボンを使用することにより凍結することがなく、また、大きな蒸発面積を有しているため低温起動時のバーンアウト現象が生じない。

(6) 凝縮部にプレートフィン型熱交換器を用いているため、半導体素子の取付アレンジや大容量化に対して設計の自由度が高い。

(7) 強制風冷式の場合、他の型式の冷却器より冷却風量を少なくできるため、ファン動力や騒音を最小にできる。

#### 【図面の簡単な説明】

20 【図1】この発明によるプレートフィン型素子冷却器の一実施例を示す一部破断正面説明図である。

【図2】図1の一部破断側面図である。

【図3】図1の蒸発部のA-A線における横断上面説明図である。

【図4】垂直方向の強制風冷式の冷却ファンを有するこの発明による実施例を示す一部破断説明図である。

【図5】この発明による凝縮部と蒸発部との配列例を示す一部破断説明図である。

30 【図6】この発明による凝縮部と蒸発部との配列例を示す一部破断説明図である。

【図7】負荷(kW)に対する熱抵抗R(℃/W)と素子取付面温度上昇値ΔT(℃)を示すグラフである。

#### 【符号の説明】

1 蒸発部

2 中空通路

3 フィン

4 蓋板

5 隙間

6 ねじ穴

40 10 凝縮部

11 ヘッダータンク

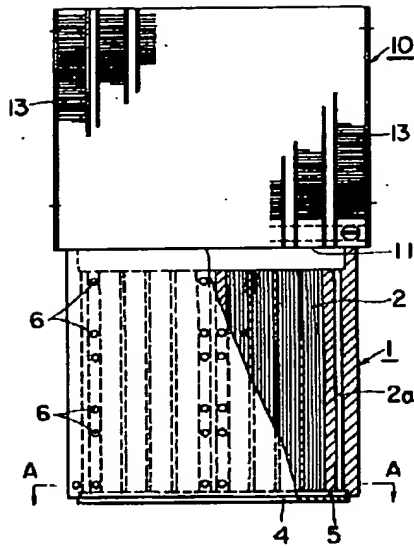
12 作動冷媒通路

13 空気通路

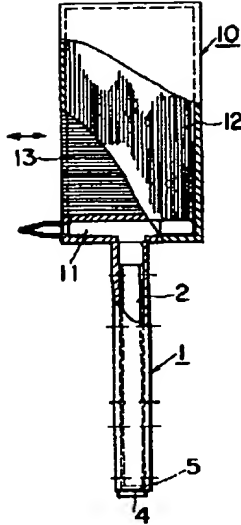
20 冷却ファン

30 半導体素子

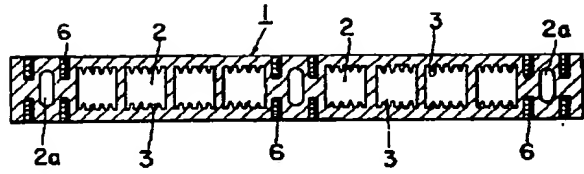
【図1】



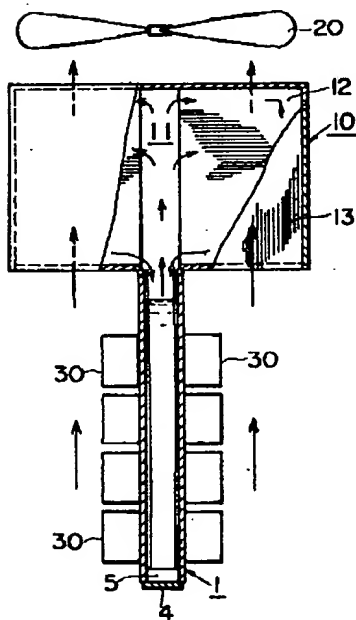
【図2】



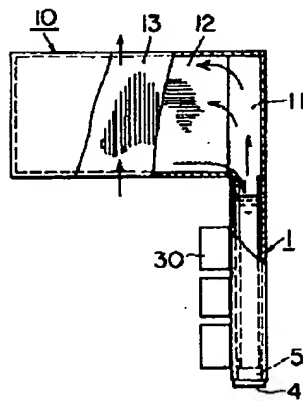
【図3】



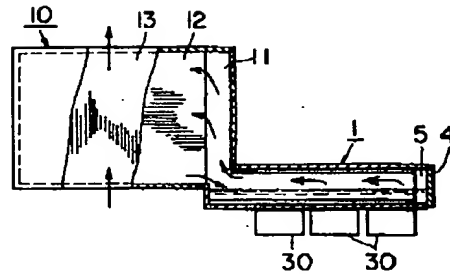
【図4】



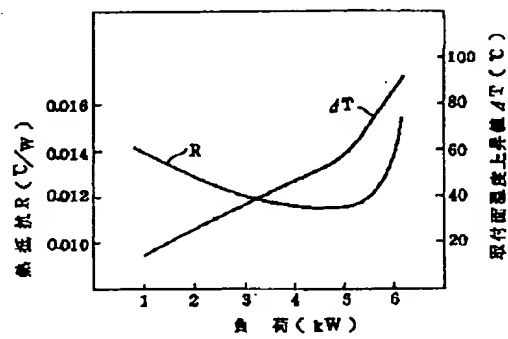
【図5】



【図6】



【図7】



フロントページの続き

(72)発明者 木島 研二  
東京都府中市東芝町1番地 株式会社東芝  
府中工場内